

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ V röffentlichung

⑯ DE 44 96 916 T 1

⑯ Int. Cl. 6:

D3
H 03 M 13/00

⑯ U.S. PTO
00727 10/772505
0205C4



der internationalen Anmeldung mit der

⑯ Veröffentlichungsnummer: WO 95/08152
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.OG)

⑯ Deutsches Aktenzeichen: P 44 96 916.3.

⑯ PCT-Aktenzeichen: PCT/US94/08035

⑯ PCT-Anmeldetag: 19. 7. 94

⑯ PCT-Veröffentlichungstag: 23. 3. 95

⑯ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 31. 7. 97

⑯ Unionspriorität:

121809 15.09.93 US

⑯ Anmelder:

Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US

⑯ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwahnhäuser,
Anwaltssozietät, 80538 München

⑯ Erfinder:

Wood, Sandra L., Kenosha, Wis., US; Kundmann,
Thomas J., Streamwood, Ill., US; Proctor, Lee M.,
Elgin, Ill., US; Stewart, Ken, Palatine, Ill., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem Kommunikationssystem

DE 44 96 916 T 1

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENTDECKUNG FEHLERHAFTER
INFORMATIONSRAHMEN IN EINEM KOMMUNIKATIONSSYSTEM

5

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf Kommunikationssysteme und spezieller auf die Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem solchen Kommunikationssystem.

Hintergrund der Erfindung

15 Kommunikationssysteme und insbesondere digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsysteme verwenden Sprach- und Kanalkodierungstechniken, um die analoge Sprache in einer digitalen Weise darzustellen. Im wesentlichen wird ein Teil einer Wellenform der analogen Sprache abgetastet, digitalisiert und 20 in Bits komprimiert, die in digitaler Weise die analoge Wellenform darstellen. Ein Block (oder ein Rahmen bei Systemen mit einem Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex TDMA) von abgetasteten Bits wird dann zu einem Kanalkodierer geschickt, wo zusätzliche Bearbeitungen durchgeführt werden. Das sich ergebende 25 Ausgangssignal des Kanalkodierers wird in Abhängigkeit des speziellen drahtlosen Fernsprechsystems einer weiteren Bearbeitung unterworfen und dann über den Luftweg an eine Empfangsstation übertragen.

Durch Mehrwegeeffekte, Raleigh-Schwund u.s.w. wird der 30 Block von Bits, der die ursprüngliche analoge Wellenform der Sprache darstellt, mit großer Wahrscheinlichkeit verfälscht, wenn die Informationsverbindung an oder nahe bei ihrem vorgesehenen Signal-/Rauschverhältnis betrieben wird. Typische digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsysteme umfassen eine 35 zyklische Redundanzüberprüfung (CRC), wobei der Kanalkodierer im Sender eine Art von verschlechterter zyklischer Kodierung eines Teils der zu übertragenden Bit bildet (üblicherweise handelt es sich bei dem Teil der Bits, die kodiert werden, um die Sprachbits, die für die Wahrnehmung am wichtigsten sind).

Dies ergibt eine Addition einer vorbestimmten Zahl von CRC Paritybits, um ein CRC Kodewort zu bilden. Empfänger, die das übertragene Kodewort empfangen, überprüfen das Kodewort und wenn es nicht korrekt ist, so bestimmen sie, daß der ganze 5 Block von Bits verfälscht ist. Wenn diese Bestimmung erfolgt ist, wird der ganze Block (oder Rahmen) von Bits gelöscht.

Im drahtlosen Global System for Mobile Communications (GSM) Pan-European Digital Cellular (PEDC) Fernsprechsystem ist ein 3-Bit CRC Kodewort eingebaut, das einen (53,50) verkürzten zyklischen Blockcode ergibt. Ein wichtiges Maß der 10 Verbindungs- und Empfangsleistung im GSM ist der "Fehlerrahmenanzeiger" oder das logische BFI Flag. Das BFI Flag wird gesetzt, wenn irgend eines der Informationsbits, die die 50 Bit umfassen, auf die der Blockcode angewandt 15 wird, fehlerhaft empfangen wird. Die GSM Empfehlung 5.05 mit dem Titel "Radio Transmission and Reception", Version 4.2.0 vom April 1992 gibt an, daß im Mittel weniger als ein unentdeckter fehlerhafter Sprachrahmen (das heißt, daß das BFI Flag nicht gesetzt ist, wenn ein Informationsbit fehlerhaft 20 empfangen wurde) in 10 Sekunden unter bestimmten Bedingungen der Nachrichtenübermittlung gemessen wurde. Es ist wohl bekannt, daß das 3-Bit CRC Kodewort, das ursprünglich verwendet wurde, nicht ausreicht um die BFI Spezifikationen zu erfüllen, wie sie in der GSM Empfehlung 5.05 festgelegt sind, da 25 der (53,50) Kode nicht genügend mächtig ist, um Mehr-Bit-Fehlermuster zu erkennen, die gültige Kodeworte bilden und um die CRC Syndromberechnung zu erfüllen.

Zusätzliches Kriterien können jedoch aus anderen Vorwärtsfehlerkorrekturstatistiken (FEC) abgeleitet werden, um 30 ein zusammengesetztes BFI Flag zu bilden. Eines dieser Kriterien, zusätzlich zum CRC Kodewort, ist ein Bitkorrekturschwellwert. Dieser Lösungsweg wertet die Tatsache aus, daß die Bits, die durch den CRC geschützt sind, zusätzlich unter Verwendung eines Faltungskodes kodiert sind. Es ist möglich, 35 die Zeichenfehlerrate eines Kanals der faltungskodierten Zeichen durch eine erneute Kodierung der Informationssequenz, die durch die Faltungsdekodierung rückgewonnen wurde, abzuschätzen. Die zunehmende Zahl von erneut kodierten Kanalzei-

chen, die sich von den empfangenen Zeichen unterscheiden, liefert eine nützliche Anzeige für die Fehlerrate der Informationsbits (BER). Es ist daher möglich, diese Zeichenfehlerräzung (SEC) mit einem Schwellwert zu vergleichen - wenn die 5 SEC den Schwellwert übersteigt, wird das BFI Flag gesetzt.

Die Verwendung des Bit-Korrekturschwellwertes zusammen mit dem CRC Kodewort verbessert einige Aspekte der Wirksamkeit des BFI (das heißt, es findet eine Verminderung der Wahrscheinlichkeit, fehlerhafte Rahmen nicht zu erkennen, 10 statt), aber sie kann auch die BFI Fehleralarmrate unter gewissen Umständen erhöhen. Zum Beispiel besteht beim Verändern des Fehlerüberprüfungsschwellwertes eine inverse Beziehung zwischen der BFI Fehlerrate und dem Träger-zu-Störungs-Verhältnis (C/I), die direkt die Empfindlichkeit des Empfängers 15 beeinflusst. Mit anderen Worten, die aktuellen Fehlerüberprüfungsschwellwerte sind ungeeignet, um zugleich eine genügende BFI Erkennung und eine hinreichende Empfindlichkeit des Empfängers zu ergeben.

Daher existiert ein Bedürfnis nach einem Verfahren und 20 einer Vorrichtung, die in einem digitalen, zellularen, drahtlosem Fernsprechsystem eine ausreichende BFI Erkennung gestatten, während eine angemessene Empfindlichkeit des Empfängers aufrecht erhalten wird.

25 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms die Sendeseite einer Basisstation und/oder einer mobilen Station, die eine Kanalkodierung in Sprachblöcken durchführt und die 30 kodierten Blöcke in entsprechende Informationsrahmen bringt.

Fig. 2 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms die Empfangsseite einer Basisstation und/oder einer mobilen Station, die vorteilhafterweise eine Erkennung von fehlerhaften Informationsrahmen gemäß der Erfindung aufweist.

35 Fig. 3 zeigt allgemein in Form eines Flußdiagramms das Kanalkodierungsschema, das von dem in Fig. 1 gezeigten Kanalkodierer verwendet wird.

Fig. 4 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms den Kanaldekodiererteil zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in Übereinstimmung mit der Erfindung.

Fig. 5 zeigt allgemein ein Zustandsdiagramm der Verwendung von mehreren Schwellwerten, um fehlerhafte Informationsrahmen gemäß der Erfindung zu entdecken.

Genaue Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

10

Ein digitales, zellulares, drahtloses Fernsprechsystem verwirklicht die Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen unter Verwendung mehrerer Bitkorrekturschwellwerte in Übereinstimmung mit der Erfindung. Die in dem digitalen, zellularen, drahtlosen Fernsprechsystem verwendete Ausrüstung paßt sich verschiedenen Umgebungen der Nachrichtenvermittlung durch einen dynamischen Wechsel des Bitkorrekturschwellwertes an auf der Basis aufeinanderfolgender Rahmenfehler und Bits, die durch den Kanaldekodierer korrigiert werden. Durch die Verwirklichung dieses dynamischen Bitkorrekturschwellwertes, erhält man zu gleicher Zeit eine ausreichende Erkennung von fehlerhaften Rahmen (BFI) und eine ausreichende Empfängerempfindlichkeit, was für den Endbenutzer eine verbesserte Tonqualität des Empfangs ergibt.

Fig. 1 zeigt allgemein die Sendeseite einer Basisstation/Mobilstation, während Fig. 2 die Empfangsseite einer Basisstation/Mobilstation zeigt. Die Punkte 1-10, die in den Figuren 1 und 2 dargestellt sind, sind nachfolgend beschrieben.

30

- (1) 8-Bit/A Verlauf PCM 8000 Meßpunkte/s
- (2) 13-Bit einheitliche PCM, 8000 Meßpunkte/s
- (3) Entdeckungsflag für Stimmaktivität
- (4) kodierte Sprache, 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen
- 35 (5) Ruhebeschreibungsrahmen (SID), 260 Bit/Rahmen
- (6) Sprach-Flag, das anzeigt ob die Informationsbits Sprache oder SID Information sind

- (7) Informationsbits, die vom Kanaldekodierer empfangen wurden
- (8) Informationsbits, die vom Kanaldekodierer empfangen wurden
- 5 (9) Anzeigeflag für fehlerhaften Rahmen (BFI)
- (10) Ruhebeschreibungs- (SID) Flagrahmen

Betrachtet man nun Fig. 1, so werden nur an Punkt 1 der Basisstationsseite 8-Bit/A Verlauf PCM 8000 Meßpunkte/s in 13 Bit einheitliche PCM durch Block 101 umgewandelt. Es empfängt ebenfalls nur auf der Seite der Mobilstation ein Mikrofon 102 analoge Sprache, die durch LPF 103 tiefpaßgefiltert und nachfolgend durch einen Analog/Digital (A/D) Wandler (105) in eine einheitliche 13-Bit PCM umgewandelt wird. Die Basisstation und die Mobilstation sind in Fig. 1 nur zu Erklärungszwecken dargestellt; sie sind nicht wie in Fig. 1 physisch miteinander verbunden. Im weiteren tritt die einheitliche 13-Bit PCM in einen Sprachkodierer 109 ein, der an Punkt 4 kodierte Sprache mit 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen ausgibt. Vom Sprachkodierer 109 wird auch ein Signal ausgegeben, das in den Detektor für Sprachaktivität 107 gelangt. Der Sprachaktivitätsdetektor 107 nimmt vom Sprachkodierer 109 einen Satz von Parametern und legt fest, ob ein laufender 20 ms sprachkodierter Rahmen Sprache enthält oder nicht. Das Ausgangssignal vom Sprachaktivitätsdetektor an Punkt 3 ist daher ein Sprachaktivitätsentdeckungsflag. Das Ausgangssignal des Sprachkodierers 109 ist auch ein Signal, das in den Komfortrauschübertragungsfunktionsblock 111 gelangt. Block 111 gibt Komfortrauschen in den Empfänger, um einen konstanten Empfangsrauschpegel zwischen getasteten ("an") und nicht getasteten ("aus") Signalpegeln aufrecht zu erhalten. Die Schritte zur Einfügung des Komfortrauschens sind: Kennzeichnung des akustischen Hintergrundlärms im Sender, Kodierung und Dekodierung der Rauschparameter im Sprachkodierer und Dekodierer 35 (Ruhebeschreibungsrahmen, SID) und Erzeugung des Komfortrausches im Empfänger.

Das Ausgangssignal von Block 111 am Punkt 5 ist ein SID Rahmen von 260 Bit/Rahmen. Jedes der Ausgangssignale an den

Punkten 3-5 gelangt in den Diskontinuitätsübertragungssteuerungs- und Betriebsblock (DTX) 113. DTX ist eine Übertragungsart, bei der ein Sender nur für solche Sprachrahmen angeschaltet wird, die Information enthalten. Dies wird zuerst 5 zunächst aus zwei Gründen getan: (1) um die Batterielebensdauer einer Mobilstation zu verlängern oder die Benutzung einer kleineren Batterie zu gestatten und (2) um den mittleren Störungspegel der Luftübertragungsstrecke zu vermindern, was zu einem besseren spektralen Wirkungsgrad führt. Fährt man nun 10 fort, so ist das Ausgangssignal von Block 113 an Punkt 6 ein Sprachflag, das anzeigt, ob die Informationsbits Sprache oder SID Information darstellen. Beim Ausgangssignal von Block 113 an Punkt 7 handelt es sich auch um Informationsbits, die an 15 den Kanalkodierer des Kanalkodierer/sende-Blocks 115 geliefert werden. Block 115 führt eine Kanalkodierung der an Punkt 7 ausgegebenen Bits durch und überträgt entsprechend den kodierten Kanal zu einem Empfänger im digitalen, zellularen, drahtlosen Fernsprechsystem.

Wie in Fig. 2 gezeigt, wird das von der Basisstation/Mobilstation in Fig. 1 gesendete Signal durch den Empfänger 200 empfangen. Der Block 201 umfaßt einen Empfänger 200, um das ausgesandte Signal zu empfangen und eine Kanaldekodierschaltung 202, um den Kanal zu dekodieren, der durch den Kanal Kodierer/Übertrager 115 kodiert wurde. Beim Ausgangssignal von Block 201 an Punkt 8 handelt es sich um Informationsbits, die durch den Kanaldekodierer 202 dekodiert wurden. Ebenso wird an Punkt 9 ein Anzeigeflag (BFI) für einen fehlerhaften Rahmen ausgegeben und an Punkt 10 ein Ruhebeschreibungsflagrahmen (SID). Die Ausgangssignale von Block 201 an den Punkten 8-10 werden in den DTX Steuer- und Bearbeitungsblock 203 der Empfangsseite gegeben. Block 203 führt ähnliche Funktionen wie Block 113 der Fig. 1 durch. Das Ausgangssignal von Block 203 ist ein Signal, das in den Sprachrahmenersetzungsblock 205 eingegeben wird. Der Block 35 205 verwendet Vorhersagetechniken für das Einschieben eines Rahmens, um den Verlust eines einzelnen Rahmens zu berücksichtigen. Zusätzlich werden Dämpfungstechniken verwendet, um anzugeben, daß mehrere aufeinanderfolgende Rahmen verloren

wurden. Das Ausgangssignal des Blocks 205 wird in den Sprachdecodierer 207 gegeben, der als Eingangssignal an Punkt 4 auch eine dekodierte Sprache mit 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen besitzt. Ein SID Rahmen mit 260 Bit/Rahmen wird ebenso von 5 Block 203 an Punkt 5 ausgegeben. Der SID Rahmen wird in den Komfortrauschemfängerfunktionsblock 209 gegeben, der ähnliche Funktionen wie der Block 111 der Fig. 1 ausführt. Das Ausgangssignal von Block 209 wird ebenso in den Sprachdecodierer 207 gegeben, der die entsprechende Sprache dekodiert und ein 10 gleichförmiges 13-Bit PCM Signal mit 8000 Meßpunkten/s ausgibt. Wenn die Empfängerseite in eine Basisstation eingebaut ist, gelangt das Ausgangssignal von Punkt 2 in den Block 211, wo das gleichförmige 13-Bit PCM Signal umgewandelt wird in ein 8-Bit Verlaufs PCM Signal mit 8000 Meßpunkten/s. Wenn die 15 Empfängerseite in einer Mobilstation eingebaut ist, wird das Ausgangssignal von Punkt 2 in einen Digital/Analog (D/A) Wandler 213 gegeben, der die digitalisierten Meßpunkte in analoge Sprache verwandelt. Die analoge Sprache wird durch LPF 215 tiefpaßgefiltert und an den Lautsprecher 217 gesandt, 20 wo sie an einen Anwender als das ursprüngliche Sprachsignal, das an Punkt 1 von Fig. 1 aufgenommen wurde, ausgesendet wird.

Fig. 3 zeigt allgemein in Form eines Flußdiagramms das Kanalkodierungsschema, das vom Kanalkodierer/Sender 115, der 25 in Fig. 1 dargestellt ist, verwendet wird. In der bevorzugten Ausführungsform ist das digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsystem ein digitales, zellulare, drahtloses GSM Fernsprechsystem. Für eine detaillierte Beschreibung der Kanalkodierung im digitalen, zellularen, drahtlosen GSM Fernsprechsystem wird Bezug genommen auf die GSM Empfehlungen 5.03 mit dem Titel "Channel Coding" Version 3.5.1 vom Januar 1990. Es sei wieder in Erinnerung gerufen, daß Punkt 4 von Fig. 1 aus Informationsrahmen mit 260 Informationsbits besteht, die vom Sprachkodierer 109 geliefert werden, wobei hier ein Sprachblock 30 des Sprachkodierers 109 bei voller Sprachgeschwindigkeit betrachtet wird. Bevor jedoch die Informationsbits im Informationsrahmen zum Kanalkodierer/übertrager 115 gesandt werden, werden sie in Abhängigkeit von der Wichtigkeit aufge- 35

zeichnet. Die Bits werden in drei Klassen eingeteilt (Klasse Ia, Klasse Ib und Klasse II). In der bevorzugten Ausführungsform besteht der Informationsrahmen aus Klasse Ia, Klasse Ib und Klasse II Bits und der Rahmen wird als fehlerhaft bezeichnet (und gelöscht) in Übereinstimmung mit der Erfindung. Andere Informationsrahmen können bei anderen Systemen verwendet werden. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Informationsrahmen ein Rahmen mit Sprachinformation, wobei jedoch nicht ausgeschlossen sein soll, daß es sich in alternativen Ausführungsformen um einen Rahmen mit Dateninformation handelt. Im folgenden wird die Unterteilung der Bits nach ihrer Wichtigkeit nicht begründet darauf, von welchem Teil der Sprache sie abgeleitet wurden, sondern vielmehr von der Bedeutung der Variablen oder des Koeffizienten, mit denen sie vom Sprachkodierer 109 kommen.

Betrachtet man Fig. 3 so werden 50 Klasse Ia Informationsbits einer CRC Kodierung unterworfen, die 53 Bits als Ausgangssignal von Block 300 ergeben. Die 50 Klasse Ia Informationsbits 303 werden als die wichtigsten der Informationsbits betrachtet und genießen deswegen mehr Schutz als der Rest der Bits im Informationsrahmen 301. Eine detaillierte Beschreibung der CRC Kodierung ist in den GSM Empfehlungen 5.05 mit dem Titel "Radio Transmission and Reception", Version 4.2.0 vom April 1992 gegeben. Weiterhin wird das Ausgangssignal vom Block 300 zusammen mit den 132 Klasse Ib Informationsbits 306 in den Block 312 gegeben, wo die Bits aufgezeichnet werden und zusätzlich Endbits hinzugefügt werden. Das sich ergebende 189 Bit Ausgangssignal von Block 312 wird einer Faltungskodierung in Block 315 unterzogen, was ein Ausgangssignal des Blocks 315 von 378 Bit ergibt. Die verbleibenden 78 Klasse II Informationsbits 309 werden an die vom Block 315 ausgegebenen Bits angehängt, um so 456 Bit zu ergeben, die vom Block 318 ausgegeben werden. Diese 456 Bits werden einer Blockkodierung in Block 321 unterzogen, wobei das Eingangssignal von 456 Bits ein Ausgangssignal von 8 Sätzen mit jeweils 57 Bits ergibt. Die 8 Sätze mit 57 Bits treten in den Block 324 ein, wo 4 Sätze mit den letzten 4 Sätzen eines vorhergehenden Sprachblocks überlappt werden und die übrig-

bleibenden 4 Sätze auf den nächsten Sprachblock warten. Das Ausgangssignal von Block 324 wird dann einem physischen Kanal zugeordnet, um durch den Sender 115 ausgesandt zu werden.

Wie vorangehend ausgeführt, genügt das 3-Bit CRC Kodewort nicht, um die Spezifikationen zur Erkennung eines fehlerhaften Rahmens (BFI), wie sie in den GSM Empfehlungen 5.05 festgelegt sind, zu erfüllen. Das CRC ist ungenügend durch seine begrenzte Fähigkeit zur Fehlerentdeckung. Schwer verfälschte Rahmen (das heißt, wenn kein gewünschtes Signal in den Empfänger eingegeben wird) können dennoch die CRC Überprüfung passieren. Es kann ein Bitkorrekturschwellwert mit dem 3-Bit CRC Kodewort eingebaut werden, um die BFI Anforderungen des Systems zu erfüllen. Der Bitkorrekturschwellwert ist ein Schwellwert, der basiert auf der Zahl der Bits, die durch einen Fehlerkorrekturalgorithmus im Kanaldekodierer 202 korrigiert werden. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Fehlerkorrekturalgorithmus ein Viterbi Algorithmus, der für Fachleute eine bekannte Technik darstellt. In seiner ursprünglichen Version löscht der Kanaldekodierer 202 Sprachrahmen, in denen mehr als 48 Bits durch den Viterbialgorithmus korrigiert wurden. Dies ergibt eine Fehlerrate von einem Rahmen alle 15 Sekunden. Mit anderen Worten, wenn im Empfänger kein Signal vorhanden ist, wurde ein Rahmen alle 15 Sekunden nicht gelöscht (oder ein Rahmen hat als fehlerfrei passiert); dies erfüllt gerade die Spezifikation einer falschen Entdeckung alle 10 Sekunden (im Mittel). Sogar bei nur einer falschen Entdeckung alle 15 Sekunden ergibt sich eine wahrnehmbare Verschlechterung der Tonqualität beim Endnutzer.

Zusätzlich gibt es, wie vorstehend schon beschrieben, andere Probleme mit der CRC Kodewort/Einfachbitschwellwert Korrektur. Der Bitkorrekturschwellwert kann erhöht werden, um das Interferenzverhalten zwischen den Kanälen zu verbessern aber um den Preis der BFI Rate. Das kommt daher, weil die Zeichenfehlerberechnung genauso vom Muster der Informationsbits (und folglich der kanalkodierten Zeichen) abhängt wie von der Zahl der kanalkodierten Zeichen, die fehlerhaft empfangen wurden. Da das Informationsmuster im wesentlichen zufällig ist, kann die SEC als eine Zufallsvariable angesehen

werden. Da die SEC auf Bits der Klassen Ia und Ib angewandt wird, so können Fehler bei Bits der Ib Klasse die SEC erhöhen und ein Löschen anzeigen, obwohl die Bits der Ia Klasse in Wirklichkeit korrekt sind. So kann der SEC Schwellwertüberprüfung eine Falschalarmrate zugewiesen werden (BFI zeigt an, wenn keine Fehler in der Klasse Ia vorhanden sind) und eine Auslassungsalarmrate (BFI zeigt nicht an, wenn Fehler vorhanden sind). Eine Erhöhung des Schwellwerts vermindert die Zahl der Falschalarme und zeigt dadurch eine verbesserte Empfangs-empfindlichkeit an. Die Zahl von Auslassungsalarmen steigt jedoch an und erhöht die Zahl der nicht entdeckten BFIs.

Fig. 4 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms den Kanaldekodierer 202 zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in Übereinstimmung mit der Erfindung. Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung bestehen in einem Wechsel des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf einer aufeinanderfolgenden Zahl von fehlerfreien Rahmen und/oder einer aufeinanderfolgenden Zahl von fehlerhaften Rahmen, empfangen in der Festlegung durch den Kanaldekodierer 201. Theoretisch ist die Zahl der Bitkorrekturzustände und die Zahl der aufeinanderfolgenden Rahmen, die für den Übergang von einem Zustand zum anderen notwendig sind, unbegrenzt. In Wirklichkeit ergibt ein System mit 2 Zuständen eine angemessene Wirksamkeit mit einem Minimum an Komplexität.

Wenn der Empfänger 200 das ausgesandte Signal empfängt, so demoduliert der Empfänger das Signal, beseitigt die Überlappung, entschlüsselt es und liefert 456 Bits an den Kanaldekodierer 202 für die Zwecke der Kanaldekodierung. Betrachtet man die Fig. 4 so bestehen die 456 Bits aus 378 faltungs-kodierten Bits 414 und 78 Bits 416 der Klasse II. In einer idealen Übermittlungsumgebung sind die 456 Bits, die dem Kanaldekodierer 202 präsentiert werden, das Ausgangssignal des Blocks 318 der Fig. 3; in ungünstigen Übermittlungsumgebungen wie bei zellularen, drahtlosen Fernsprechsystemen, bleibt eine Zahl von Bits unverändert aber einige Bits können falsch empfangen werden. Im weiteren werden die Bits 414 durch den Viterby Dekodierer 400 dekodiert, um zurückgewonnene Informationsbits 403 zu erzeugen, die die ursprünglichen Bits der

Klasse Ia und Ib darstellen. Die 50 Bits der Klasse Ia und ihr 3-Bit CRC Kodewort werden dem CRC Dekodierer 402 zugeführt. Der CRC Dekodierer 402 dekodiert das 3-Bit CRC Kodewort auf eine Art, die fast identisch ist mit der CRC Kodierstruktur, die in Block 300 der Fig. 3 durchgeführt wird, wie das der Fachmann erkennt. Ein Wert "1", der vom CRC Dekodierer 402 ausgegeben wird, lässt auf einen Kodefehler schließen und es wird das BFI Flag gesetzt. Der Kanaldekodierer 202 berechnet genauso das Ausgangssignal des CRC Dekodierers 402, wie er auch das Ausgangssignal des Viterbi Dekodierers 400 erneut im Faltungskodierer 404 kodiert für einen Vergleich mit den empfangenen faltungskodierten Bits 414. Die Zahl der kodierten Zeichenfehler wird durch den Akkumulator 408 für jeden Informationsrahmen aufsummiert, um die Zeichenfehlerrate zu bilden (SER). Die SER wird dann im Vergleicher 410 mit einem Bitkorrekturschwellwert (SER Schwellwert) verglichen, der durch eine Statusvorrichtung 412 erzeugt wird, die den zeitlichen Verlauf des BFI überwacht hat. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Statusvorrichtung 412 ein 56001 Digital Signal Prozessor (DSP) von Motorola. Wenn die SER den aktuellen Schwellwert überschreitet, wird das BFI Flag wieder gesetzt. Die dekodierten Informationsbits, die den Viterbi Dekodierer 400 verlassen und die unkodierten Bits 416 der Klasse II werden dann, ebenso wie das BFI Flag (über Block 205) zum Sprachdekodierer 207 in Form eines 260 Bit Informationsrahmens geführt. Der Sprachkodierer 207 wird in Abhängigkeit vom Zustand des BFI Flags entweder den Informationsrahmen löschen oder ihn passieren lassen.

Wie vorstehend ausgeführt, erzeugt ein ansteigender Bitkorrekturschwellwert ein angemessenes Interferenzverhalten zwischen den Kanälen aber er erzeugt keine angemessene BFI Rate. Daher werden gemäß der Erfindung im Dekodierer 202 Mehrfachbitkorrekturschwellwerte verwendet. Betrachtet man Fig. 5, so beträgt in der bevorzugten Ausführungsform im Zustand 500 ein erster Bitkorrekturschwellwert 58 Bits, die durch den Viterbi Algorithmus im Kanaldekodierer 202 dekodiert werden. Der Zustand 500 ist ein großzügigerer Zustand als der Zustand 503, dadurch daß ein Bitkorrekturschwellwert

von 58 mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit dazu neigt, einen Rahmen zu löschen, da es dem Kanaldekodierer 202 gestattet ist, eine größere Zahl von Bits zu korrigieren, bevor er ein BFI liefert. Wenn jedoch zwei (2) aufeinanderfolgende Löschungen von fehlerhaften Rahmen auftreten, wird ein zweiter Bitkorrekturschwellwert im Zustand 503 verwendet. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Zahl der aufeinanderfolgenden Löschungen von fehlerhaften Rahmen, die einen Zustandswechsel vom Zustand 500 zum Zustand 503 auslöst, sechs.

5 10 15 20 25 30 35

Ebenfalls in der bevorzugten Ausführungsform beträgt der zweite Bitkorrekturschwellwert im Zustand 503 45 Bits, die im Kanaldekodierer 202 durch den Viterbi Algorithmus korrigiert werden. Befindet man sich im Zustand 503 braucht es mindestens zwei (2) aufeinanderfolgende nicht gelöschte Rahmen (das heißt, fehlerfreie Rahmen), um den Schwellwert auf den ersten Bitkorrekturschwellwert zurückzuführen. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Zahl der aufeinanderfolgenden nicht gelöschten Rahmen (das heißt, fehlerfreien Rahmen), die benötigt werden, um einen Übergang vom Zustand 503 in den Zustand 500 auszulösen, zwei.

Die Entdeckung von fehlerhaften Rahmen gemäß der Erfindung basiert auf der Annahme, daß wenn ein Signal vorhanden ist, die Wahrscheinlichkeit für das Löschen von sechs aufeinanderfolgenden Rahmen sehr klein ist, was einen Bitkorrekturschwellwert von 58 ergibt. Weiterhin wird angenommen, daß wenn kein Signal vorhanden ist, die Wahrscheinlichkeit von zwei aufeinanderfolgenden nicht gelöschten Rahmen (das heißt, fehlerfreien Rahmen), während man sich im Zustand der 45 Bit Korrektur befindet, genügend groß ist, um in diesem Zustand zu bleiben. Der Bitkorrekturzustand beeinflußt tatsächlich die Wahrscheinlichkeit, die Übertragungskriterien zu erfüllen. Dies ist im Zustandsdiagramm der Fig. 4 gezeigt.

Eine Entdeckung von fehlerhaften Sprachrahmen gemäß der Erfindung ermöglicht es dem Kanaldekodierer 202 auf wirksame Art zu unterscheiden, ob ein Signal vorhanden ist oder nicht. Zu keiner Zeit ist dieses Merkmal wichtiger als während der Diskontinuitätsübertragung (DTX). Wie vorstehend ausgeführt, handelt es sich bei DTX um eine Betriebszustand, bei dem die

Sender nur für Rahmen, die Information enthalten, auf "ein" (ein Signal ist vorhanden) geschaltet werden. Wenn ein Sprachrahmen keine Information enthält, werden die Sender auf "aus" (kein Signal ist vorhanden) geschaltet. DTX ergibt bei einer Mobilstation eine verlängerte Batterielebensdauer und einen besseren spektralen Wirkungsgrad durch eine Verminde-
5 rung des mittleren Interferenzpegels der Luftübertragungs-
strecke.

Wenn man das Zustandsdiagramm der Fig. 5 auf ein typi-
10 sches DTX Szenario anwendet, dann würde der Kanaldekodierer 202 im Zustand 500 starten, wo ein erster Bitkorrektur-
schwellwert 58 beträgt. Wenn der Sender 115 "aus" ist, so ist
kein Signal vorhanden und der Kanaldekodierer 202 stellt
fest, wenn sechs aufeinanderfolgende fehlerhafte Sprachrahmen
15 gelöscht wurden. An diesem Punkt versagt typischerweise der
Einfachbitkorrekturschwellwert während der DTX Betriebsart.
Wie vorstehend ausgeführt, ist es mit einem Bitkorrektur-
schwellwert von 58, Zustand 500, weniger wahrscheinlich einen
Rahmen zu löschen oder mit anderen Worten, es ist wahrschein-
20 lich, daß ein Sprachrahmen als fehlerfrei bezeichnet wird.
Wenn jedoch keine Sprache vorhanden ist und der Viterbi Deko-
dierer 400 im Kanaldekodierer 202 entdeckt
(fälschlicherweise), daß ein fehlerfreier Sprachrahmen em-
pfangen wurde, kann dieser Rahmen (obgleich nur 20 ms lang)
25 für die nächsten 300 ms zu einer schlechten Tonqualität füh-
ren. Dies resultiert in einem fälschlicherweise fehlerfreien
Sprachrahmen, der im Dämpfungsalgorithmus im Sprachkodierer
verwendet wird. Jedoch wird beim Einbau der vorliegenden Er-
findung, wenn sechs aufeinanderfolgende Rahmen gelöscht wer-
30 den (eine gute Anzeige dafür, daß kein Signal vorhanden ist),
der Bitkorrekturschwellwert gewechselt auf den Wert 45, bei
dem der Viterbi Algorithmus mit größerer Wahrscheinlichkeit
den Rahmen löscht. Dadurch neigt, wenn kein Signal vorhanden
ist, der Algorithmus nun mehr dazu, den fehlerhaften Sprach-
35 rahmen im Zustand 503 zu löschen als das der Fall ist im Zu-
stand 500.

Wenn der Sender 115 auf "ein" geschaltet ist, ist ein
Signal vorhanden. Wenn man sich nun im Zustand 503 befindet

und ein Signal vorhanden ist, so neigt der Viterbi Algorithmus mehr dazu, einen fehlerfreien Rahmen zu löschen. Daher wird der Bitkorrekturschwellwert, wenn zwei aufeinanderfolgende Rahmen nicht gelöscht wurden (fehlerfrei waren) von 45 5 auf 58 umgeschaltet, was dazu führt, daß der Viterbi Dekodierer 400 weniger dazu neigt, einen fehlerfreien Rahmen (wenn ein Signal vorhanden ist, wird angenommen, daß die Rahmen fehlerfrei sind) zu löschen. Während der DTX Betriebsweise wiederholen sich die in Fig. 4 gezeigten Zustandswechsel ab- 10 hängig von der Betriebsart des Senders 115. Auf diese Art wird die Tonqualität eines Endbenutzers während der DTX Be-triebsweise durch eine deutlich niedrigere BFI Rate spürbar verbessert.

Während die Erfindung mit Bezugnahme auf eine spezielle 15 Ausführungsform im einzelnen gezeigt und beschrieben wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, daß vielfache Ände- rungen der Form und der Einzelheiten möglich sind, ohne vom Wesen und Umfang der Erfindung abzuweichen.

28 DE 44 96 916 T1

15

1944 96 916.3 - 31.

Zusammenfassung

Ein Kommunikationssystem verwirklicht die Entdeckung von fehlerhaften Informationsrahmen durch Verwendung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten. Eine Vorrichtung zur Verwendung in diesem Kommunikationssystem paßt sich verschiedenen Signalumgebungen an durch eine dynamische Änderung des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf der Geschichte der Zahl der aufeinanderfolgenden fehlerhaften Informationsrahmen, die vorangehen gelöscht wurden und der Zahl der von einem Kanaldekodierer (202) korrigierten Bits. Durch Verwirklichung des dynamischen Bitkorrekturschwellwertes kann eine ausreichende Entdeckung der Anzeige fehlerhafter Rahmen (BFI) und zugleich eine ausreichende Empfindlichkeit des Empfängers erreicht werden, was eine verbesserte Empfangstonqualität für den Endnutzer ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem Kommunikationssystem, wobei das Verfahren folgende 5 Schritte umfaßt:

Verwendung eines ersten Bitkorrekturschwellwertes, um zu bestimmen, ob ein fehlerhafter Informationsrahmen gelöscht wird; und

10 Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes, der basiert auf der Zahl der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Bitkorrektur wieder benutzt wird, wenn eine Anzahl aufeinanderfolgender 15 Informationsrahmen nicht gelöscht wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Informationsrahmen entweder Rahmen mit Sprachinformation oder Rahmen mit Dateninformation sind.

20 4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes basierend auf einer Zahl von Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen weiterhin den Schritt der Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes umfaßt, basierend auf einer Zahl von aufeinanderfolgenden Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen.

5. Vorrichtung in einem Kommunikationssystem, wobei die 30 Vorrichtung folgendes umfaßt:

eine Antenne zum Empfang eines ausgesandten Signals, das eine aufmodulierte Information aufweist;

einen Empfänger, der mit der Antenne verbunden ist, zur Demodulierung des empfangenen Signals, um die Information zu 35 erzeugen; und

einen Kanaldekodierer, der mit dem Empfänger verbunden ist, zur Dekodierung eines Teils der Information, um einen Informationsrahmen zu erzeugen und zur Implementierung von

Mehrfachbitkorrekturschwellwerten, die basieren auf der Geschichte der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen, um zu bestimmen, ob der Informationsrahmen zu löschen ist.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Vorrichtung ferner eine Basisstation oder eine mobile Station in einem drahtlosen Fernsprechsystem umfaßt.
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Kanaldekodierer zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten basierend auf der Geschichte von Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen weiterhin einen Kanaldekodierer umfaßt, zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten, basierend auf einer Zahl von aufeinanderfolgenden Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Vorrichtung weiterhin einen Sprachdekodierer umfaßt zur Lösung der Informationsrahmen basierend auf dem Status eines Anzeigesignals für fehlerhafte Rahmen, das vom Kanaldekodierer geliefert wird.
- 20 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der der Kanaldekodierer zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten weiterhin folgendes umfaßt:
 - 25 eine Statusvorrichtung zur Festsetzung des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf der überwachten Geschichte der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen; und
 - 30 einen Vergleicher zum Vergleich des Bitkorrekturschwellwertes, der von der Statusvorrichtung ausgegeben wird, mit einem Schätzwert der Zeichenfehlerrate für die empfangene Information und zur Ausgabe eines Statuswertes des Anzeigesignals für einen fehlerhaften Rahmen basierend auf diesem Vergleich.
- 35 10. Kanaldekodierer zur Dekodierung der von einem Empfänger empfangenen Information, wobei der Kanaldekodierer folgendes umfaßt:

17 18 DF 44 96 916 T1

eine Vorrichtung zur Dekodierung eines Teils der empfan-
genen Information, um einen Informationsrahmen zu erzeugen;

eine Vorrichtung zur Verwendung eines ersten oder zwei-
ten Bitkorrekturschwellwertes, basierend auf der Geschichte
5 der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen; und

eine Vorrichtung, die mit der obigen Verwendungsvorrich-
tung verbunden ist, zur Anweisung eines Sprachdekodierers zum
Löschen des Informationsrahmens basierend auf einem Vergleich
einer Schätzung der Zeichenfehlerrate für die empfangene In-
formation mit einem der ersten oder zweiten Bitkorrektur-
schwellwerte.

10

- Leerseite -

23

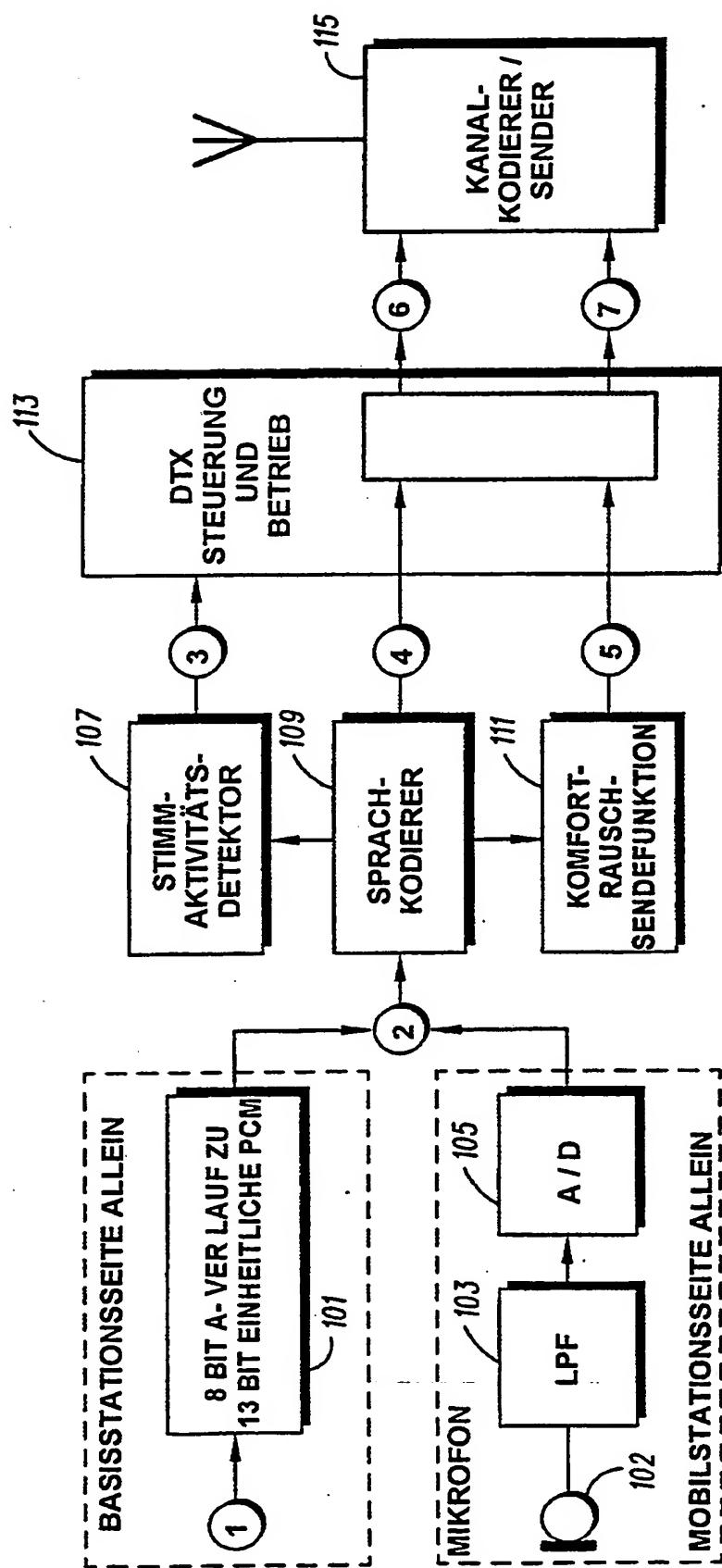


FIG. 1

DE 4496916 T1

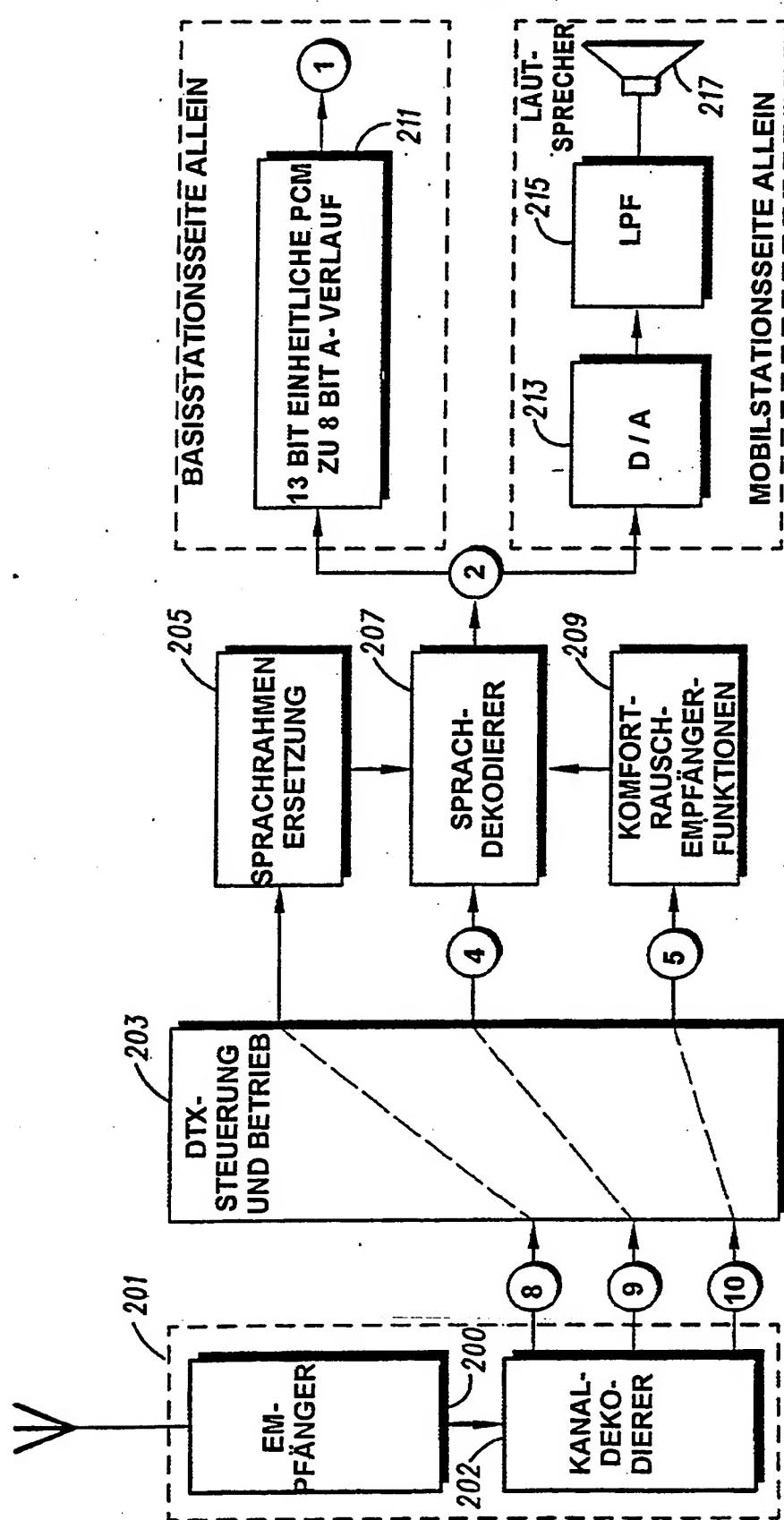
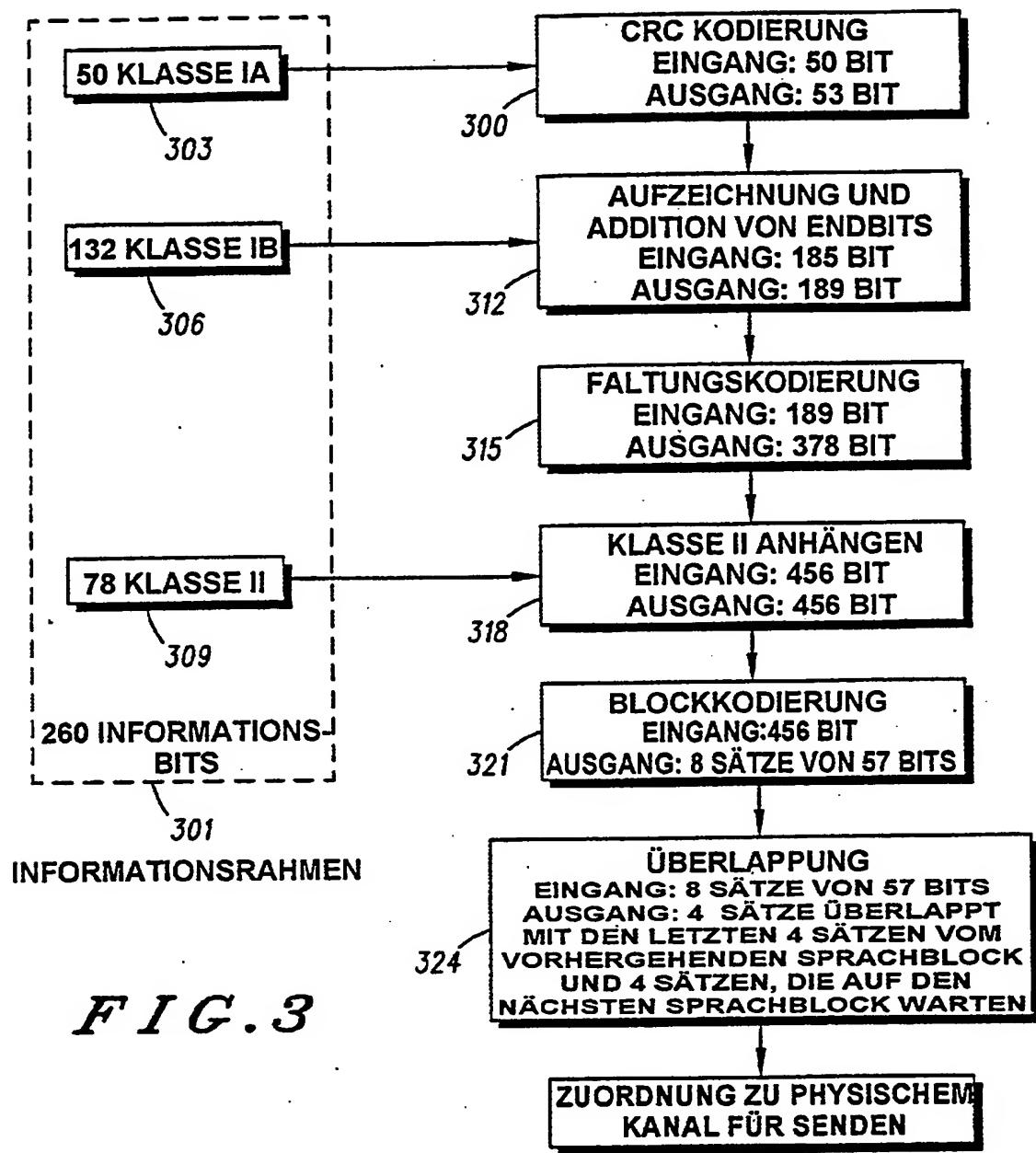


FIG. 2

DE 44 96 915 T 3

314
21



ZAHL DER AUFEINANDERFOLGENDEN
LÖSCHUNGEN VON FEHLERHAFTEN RAHMEN = 6

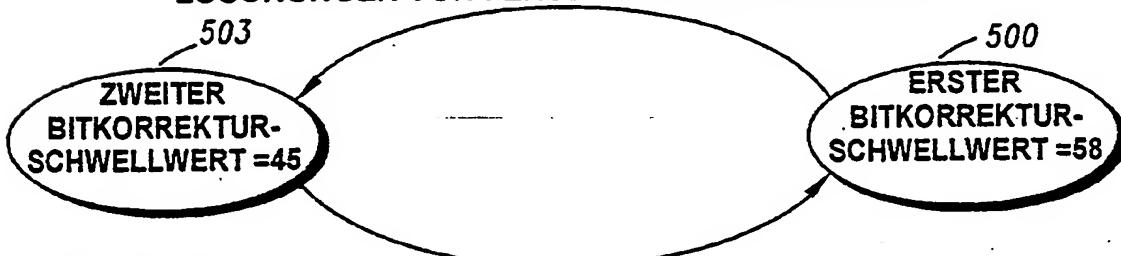


FIG. 5 ZAHL DER AUFEINANDERFOLGENDEN
NICHTGELÖSCHTEN RAHMEN = 2

von der Überlappungs-
aufhebung
des Empfängers 200

